

PAT-NO: JP02001052313A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001052313 A

TITLE: MAGNETISM REPRODUCING ELEMENT, ITS MANUFACTURE, AND
MAGNETISM REPRODUCING APPARATUS USING THE ELEMENT

PUBN-DATE: February 23, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MURATA, AKIO	N/A
KUROE, AKIO	N/A
MURAMATSU, SAYURI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11223011

APPL-DATE: August 5, 1999

INT-CL (IPC): G11B005/33

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic reproducing element which makes use of a change in an impedance due to an external magnetic field, to provide its manufacturing method, and to provide a magnetism reproducing apparatus using it.

SOLUTION: In a main magnetic pole 1, composed of a metal magnetic multiplayer thin film in which metal magnetic thin films 1a and conductive thin films 1b are laminated alternately, an easy axis of magnetization in which a change in an impedance with reference to an external magnetic field 7 is large is oriented in its longitudinal direction. Ends at the other side of a first conductor film 3 and a second conductor film 4 ends on one side, of which are connected to respective layers of the main magnetic pole 1, are connected to respective electrode terminals 5, 6. It is possible to detect changes in the counterelectromotive force across the electrode terminals 5, 6 generated on the basis of the product of a set high-frequency current electrified to the main magnetic pole 1 through the first and second conductor films 3, 4 from the electrode terminals 5, 6, multiplied by the impedance of the main magnetic pole 1 which is changed according to the intensity of the external magnetic field 7 acting on the main magnetic pole 1.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-52313

(P2001-52313A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl.⁷

G 1 1 B 5/33

識別記号

F I

G 1 1 B 5/33

データベース* (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-223011

(22) 出願日 平成11年8月5日 (1999.8.5)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 村田 明夫

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 黒江 章郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 村松 小百合

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74) 代理人 100062926

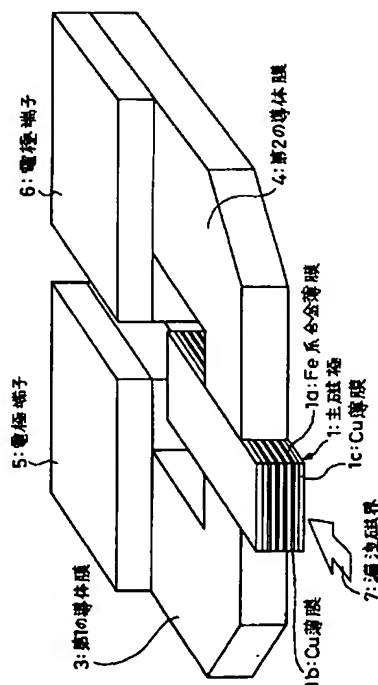
弁理士 東島 隆治

(54) 【発明の名称】 磁気再生素子及びその製造方法並びにそれを用いた磁気再生装置

(57) 【要約】

【目的】外部磁界によるインピーダンスの変化を利用した磁気再生素子及びその製造方法並びにそれを用いた磁気再生装置を提供する。

【解決手段】金属磁性薄膜1aと導電性薄膜1bとを交互に積層した金属磁性多層薄膜からなる主磁極1は、外部磁界7に対してインピーダンス変化の大きい磁化容易軸方向がその長手方向に配向されている。前記主磁極1の各層に一端が接続された第1及び第2の導体膜3、4の他端は、それぞれの電極端子5、6に接続されている。前記電極端子5、6から第1及び第2の導体膜3、4を介して主磁極1に通電される一定の高周波電流と、前記主磁極1に作用する外部磁界7の強度に応じて変化する前記主磁極1のインピーダンスとの積で発生する前記電極端子5、6間の逆起電圧の変化を検出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属磁性薄膜と導電性薄膜とを交互に積層して形成した金属磁性多層膜であって、外部磁界に対向する端面を有する磁極、

前記磁極の前記端面に直交する両側端部においてそれぞれ前記磁極の各層に電氣的に接続された導電性薄膜からなる第1及び第2の導体膜、及び前記第1及び第2の導体膜の他端がそれぞれ接続された前記磁極に高周波電流を供給するための導電性膜からなる電極端子、を備え、

前記磁極に前記電極端子から前記第1及び第2の導体膜を介して通電される高周波電流と、前記磁極に印加される外部磁界の強度に応じて変化する前記磁極の表皮抵抗との積で生ずる前記電極端子間の逆起電圧を検出することを特徴とする磁気再生素子。

【請求項2】 外部磁界が印加される前記磁極の端面の形状が記録トラック幅に略等しい幅の凸形に形成されていることを特徴とする請求項1記載の磁気再生素子。

【請求項3】 絶縁体からなる基体上に所定の形状の第1の導体膜を形成するステップ、

前記第1の導体膜の所定の部分の上に所定形状の金属磁性薄膜と導電性薄膜とを、金属磁性膜から始めて交互に積層して金属磁性多層薄膜の磁極を形成するステップ、前記磁極及び前記第1の導体膜上に前記第1の導体膜と同一の形状の第2の導体膜を形成するステップ、及び前記第2の導体膜の所定の部分に電極端子膜を形成するステップを有することを特徴とする磁気再生素子の製造方法。

【請求項4】 請求項1または2に記載された磁気再生素子と、磁気記録媒体と、

前記磁気ヘッドの磁極に通電する高周波電流に直流バイアス磁界を発生させる直流電流を重畳して印加する電流印加手段とを備えたことを特徴とする磁気再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、映像や音声や文字等に関する情報が磁化の向きと強度等で記録保持された磁気記憶媒体から正確にその情報を読み取り再生する磁気再生素子及びその製造方法並びにそれを用いた磁気再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、情報処理量の増大及び処理速度の高速化に伴い、記録の高密度化による情報記憶装置の小型化及び大容量化に対する要求が強くなっている。情報記憶装置の記憶容量が大きくなればなるほど、記憶媒体に記録されている情報へのアクセス速度や情報の転送速度などの高速化が求められる。このような要求に対して、例えば、ハードディスク装置では特開昭55-84020号公報に開示されているような平面上に形成され

た導電性コイルを有するインダクティブ型の薄膜磁気ヘッドが主流になりつつある。薄膜磁気ヘッドは、従来の磁気コアに巻線を巻回したバルク型の磁気ヘッドに比べて巻線のインダクタンスが低く、より高い周波数での記録再生が実現できる。

【0003】しかしながら、例えばハードディスク装置では、その小型化により、磁気ディスク径が小さくなって、磁気ヘッドと磁気ディスクとの相対速度が低下する。そのため、巻線のインダクタンスが低い薄膜磁気ヘッドでは、磁気ディスクの磁化により巻線に誘起される電圧が小さくなり、再生出力が低くなる。そこで、磁気ディスクの磁化そのものの大きさを検出する磁束応答型の再生ヘッドへの要望がある。その要望に応えるものとして、磁束応答型で、磁気ディスクの狭トラック化に対しても有利なMR（磁気抵抗効果：Magnetoresistance effect）ヘッドが注目されてきた。

【0004】このMRヘッドは、単位トラック幅当たりの出力（再生感度）が高いMR素子を用いている。従来のこの種の磁気ヘッドとしては、記録ヘッドとしての前記インダクティブ型の薄膜磁気ヘッドと再生ヘッドとしてのMRヘッドとを複合した複合型MRヘッドが実用化されている。また最近では、さらに再生出力を向上させるため、より大きな磁気抵抗効果を有する薄膜材料を用いた巨大磁気抵抗効果（GMR）素子を用いた複合型MRヘッドの研究開発も盛んに行われている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】大容量の記録再生装置を実現するために重要なのは再生感度であり、その点において複合型MRヘッドは有望である。しかしながら、複合型MRヘッドの場合、インダクティブ型の記録ヘッドからの漏洩磁界の影響を防止するために、MRヘッドと記録ヘッドとの間に磁気シールド層や再生用のギャップが必要である。さらに、MRヘッドにおいては磁性膜を単磁区化する必要がある。

【0006】このため、複合型MRヘッドは、従来のインダクティブ型の磁気ヘッドに比べてかなり複雑な構造となる。磁気ヘッドの構造が複雑になれば、磁気ヘッドの製造においてそれだけ高度な製造技術が要求され、高い製造歩留まりを確保することが難しくなるという問題があった。

【0007】本発明は、簡単な構造で、かつ再生感度が従来のインダクティブ型の磁気ヘッドやMRヘッドよりも優れた磁気再生素子及びその製造方法並びにそれを用いた磁気再生装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の磁気再生素子は、金属磁性薄膜と導電性薄膜とを交互に積層して形成した金属磁性多層膜であって、外部磁界に対向する端面を有する磁極、前記磁極の前記端面に直交する両側端部においてそれぞれ前記磁極の各層に電氣的に接続された

導電性薄膜からなる第1及び第2の導体膜、及び前記第1及び第2の導電膜の他端がそれぞれ接続された前記磁極に高周波電流を供給するための導電性膜からなる電極端子を備えている。そして、前記磁極に前記電極端子から前記第1の導体膜と前記第2の導体膜を介して通電される高周波電流と、前記磁極に印加される外部磁界の強度に応じて変化する前記磁極の表皮抵抗との積で生ずる前記電極端子間の逆起電圧を検出することを特徴とする。

【0009】この構成の磁気再生素子によれば、印加される磁界の強度に応じて変化する磁極の表皮抵抗と高周波電流との積で生じる逆起電力の変化により磁気ディスクの磁化を高い再生感度で検出できる。この磁気再生素子を用いることにより、量産性に優れ、かつ磁気ディスクの小型化による相対速度の低下に対しても十分な再生出力を有する簡単な構成の磁束応答型の磁気ヘッドが得られる。

【0010】本発明の磁気再生素子の製造方法は、絶縁体からなる基体上に所定の形状の第1の導体膜を形成するステップ、前記第1の導体膜の所定の部分の上に所定の形状の金属磁性薄膜と導電性薄膜とを、金属磁性膜から始めて交互に積層して金属磁性多層薄膜の磁極を形成するステップ、前記磁極及び前記第1の導体膜上に前記第1の導体膜と同一の形状の第2の導体膜を形成するステップ、及び前記第2の導体膜の所定の部分に電極端子膜を形成するステップを有している。この磁気再生素子の製造方法によれば、基板上に簡単な構成の複数の磁気再生素子を成膜とパターン加工とを繰り返して実施して容易に製造できる。その結果、量産性に優れた磁気再生素子を高い製造歩留まりで製造することができる。

【0011】本発明の磁気再生装置は、上記構成の磁気再生素子と、ディスク状の磁気記録媒体と、前記磁気再生素子に直流バイアス磁界を発生させる直流電流を重畳した高周波電流を印加する電流印加手段とを備えたことを特徴とする。この構成の磁気再生装置によれば、磁気ディスクの小型化による磁気ヘッド（磁気再生素子）と磁気ディスクとの相対速度の低速度化及び高密度化に対応できる高い再生感度を有する磁束応答型の磁気再生素子を備えた磁気再生装置が実現できる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の磁気再生素子の好適な実施例について添付の図1から図11を参照しつつ説明する。なお、実施例1は本発明の磁気再生素子の構造とその再生動作に関し、実施例2は本発明の磁気再生素子の他の実施例に関する。実施例3は本発明の磁気再生素子の製造方法に関し、実施例4は本発明の磁気再生装置に関する。

【0013】《実施例1》以下、本発明の実施例1の磁気再生素子について図1乃至図4を参照しつつ説明する。図1は本発明の実施例1の磁気再生素子の斜視図で

あり、図2は実施例1の磁気再生素子の等価回路図である。

【0014】図1において、本実施例の磁気再生素子は、金属磁性薄膜であるFe系合金薄膜1aと、導電性薄膜であるCu薄膜1b及び1cとの金属磁性多層薄膜からなる直方体に形成した主磁極1を有している。主磁極1は、その長手方向が磁化容易軸となるよう磁化方向に異方性を持たせている。主磁極1の長手方向に直交する両側面を挟み、かつ電氣的に接続するように第1及び第2の導体膜であるCu薄膜3、4が形成されている。また、Cu薄膜3、4は、所定周波数でのインピーダンス値が所定の値になるように、それぞれの幅および長さが調整されている。Cu薄膜3、4の他端はそれぞれCu膜で形成された電極端子5、6に接続されている。

【0015】ここで、主磁極1は、1層あたりの膜厚が約0.25 μ mのFeTa₂N合金薄膜1aと膜厚が約0.05 μ mのCu薄膜1bとを交互に積層した金属磁性多層膜であり、最下層と最上層のCu薄膜1cは、膜厚が約0.1 μ mのである。図中に示す矢印は、外部から印加される漏洩磁界7を表している。なお、この磁気再生素子を磁気ヘッドとして用いた場合は、例えば、磁気ディスクは主磁極1の漏洩磁界7の印加される先端面に対向して移動する。ただし、この磁気再生素子は磁束応答型のため、この移動方向はどの方向でもよい。

【0016】この磁気再生素子を使用するとき、図2に示すように、電極端子5、6は直流電源91と高周波電源92に接続されている。ここで、主磁極1を抵抗29aとインダクタンス素子29bとで構成されるインピーダンス素子29の等価回路で示している。抵抗29a及びインダクタンス素子29bがそれぞれ可変になっているのは、外部から印加される漏洩磁界7の強度の変化によってそれぞれの値が変化するからである。つまり、電極端子5、6間のインピーダンス素子29のインピーダンス値Zが漏洩磁界7の強度によって変化するを示している。

【0017】図1に示すように、磁気再生素子の主磁極1に外部から漏洩磁界7が印加されている時、主磁極1は磁化されており、主磁極1の透磁率は低下している。つまり、図2に示すように、主磁極1の等価回路であるインピーダンス素子29のインピーダンス値Zが低下しているのと等価な状態になる。このとき、インピーダンス素子29に電極端子5、6から高周波電源92から供給される一定の高周波電流が流れているので、電極端子5、6の間にはそのインピーダンス値Zに比例した逆起電圧が発生する。つまり、電極端子5、6間の出力電圧値は、インピーダンス素子29のインピーダンス値Z、すなわち主磁極1の透磁率に比例している。

【0018】つまり、電極端子5、6間の出力電圧値は、主磁極1へ流入する磁束の量すなわち外部から印加される漏洩磁界7の強度に比例することになり、いわゆ

る磁束応答型の再生が行われる。この電極端子5、6間の出力電圧値を大きくするには、インピーダンス値 Z が大きいほど好ましく、また主磁極1の磁界応答性が高いことが望ましい。ここで、インピーダンス値 Z は、与えられた高周波電流と同一位相の抵抗成分と90度遅れのインダクタンス成分との2成分に分けて扱うことができる。抵抗成分には、直流抵抗成分（以下、 R_{dc} と記す）と高周波抵抗成分（以下、 R_{ind} と記す）と表皮効果による抵抗成分（以下、 R_{eddy} と記す）とがある。

【0019】一方、インダクタンス成分には、主磁極1の金属磁性多層膜を含む導体回路の持つインダクタンス成分（以下、 L_{ind} と記す）と金属磁性多層膜の持つインダクタンス成分（以下、 L_{mag} と記す）とがある。ところが、高周波電流の周波数が1GHz程度になると、金属磁性多層膜の透磁率は極端に小さくなって、金属磁性多層膜の持つ L_{mag} がインピーダンス値 Z に与える影響は小さくなる。また、 L_{ind} は、外部の磁界に影響されない成分なので、インピーダンス値 Z の内外部の磁界により変化する成分は、抵抗成分の中の磁界に反応する R_{ind} と R_{eddy} の2つの成分だけである。

【0020】図3の(a)及び(b)は本実施例1の磁気再生素子の高周波電流の周波数に対する R_{ind} と R_{eddy} の外部磁界依存性の実測値を示すグラフである。図4は外部磁界がゼロのときと、20エルステッド(Oe)のときの各成分の差を示したグラフである。図3の(a)に示すように、 R_{eddy} の値は高周波電流の周波数の増加に比例して増加し、その増加の勾配は、外部磁界が0Oeのときも20Oeのときもほぼ同じである。また、図3の(b)に示すように、 R_{ind} の値は外部磁界が0Oeのときはほぼ200MHzで最大となり、外部磁界が20Oeのときは、ほぼ100MHz以上の周波数において急激に増加する。図4から分かるように、外部磁界の強度による変化は、 R_{eddy} の方が、ほぼ200MHz以上の高周波領域では大きな変化を示している。

【0021】したがって、200MHz以上の高周波領域において、外部磁界の変化を高い感度で検出するためには、 R_{eddy} の変化を検出するようにすれば良い。本実施例1の磁気再生素子の主磁極1は金属磁性薄膜と導電薄膜の多層膜で形成されているので、この R_{eddy} の変化を効率良く利用できる。

【0022】以下に実施例1の磁気再生素子の再生動作について図5を参照して説明する。図5は、高周波電源92によって通電された高周波電流を I_c としたときに、主磁極1の等価回路であるインピーダンス素子29のインピーダンス値 Z と高周波電流 I_c とを乗じた値である逆起電圧 V の外部磁界強度に対する変化を示すグラフである。図5から分かるように、逆起電圧 V は外部磁界が0のときに最大となり、外部磁界の強度の絶対値が大きくなると、逆起電圧 V は急激に低下する。すなわち、逆起電圧 V は外部磁界の方向に関係なく、外部磁界

の強度が大きくなると小さくなる。したがって、磁界の方向で磁気ディスクに記録された情報は再生することができない。

【0023】そこで、図5に示すように、主磁極1に直流バイアス磁界 H_b を予め印加しておくことにより、磁気ディスクに記録された磁化による漏洩磁界7の磁界の方向を含む磁界強度の変化 H_{sig} は、振幅変調された逆起電圧 V_{sig} として検出できる。このように、直流バイアス磁界 H_b を印加することによって漏洩磁界7の磁界の方向とその大きさがより明確に再生電圧波形に反映される。そこで、図2に示したように、直流電源91から直流電流を流し、図5に示すように、主磁極1に H_b のバイアス磁界が印加されるようにその電流値を設定している。この直流バイアス磁界 H_b の印加方法については、例えば、主磁極1に通電する高周波電流に直流電流を重ねれば良い。この場合は、図2に示すように直流電流源91を高周波発振器92に直列に接続すれば良い。

【0024】以上説明したように、本実施例1の磁気再生素子は、従来の複合型MRヘッドに比べて、比較的簡単な構成で、かつ高い再生感度を有する磁束応答型の再生ヘッドとなる。なお、実施例1の磁気再生素子は、磁気ディスクの磁化を検出する再生ヘッドとして用いられるだけでなく、高い感度で外部磁界を検出する素子として、例えば磁石と組み合わせた位置センサー等の磁気センサーとして利用できるのはいうまでもない。

【0025】《実施例2》図6は、本発明の実施例2の磁気再生素子の斜視図である。この実施例2の磁気再生素子は実施例1の磁気再生素子の主磁極1の先端部の形状を凸状の先細形状として、狭いトラック幅で記録された磁気ディスクに対して再生が可能ないようにしたものである。実施例1の磁気再生素子と同一部分には同一参照符号を付して重複する説明は省略する。図6において、実施例2の磁気再生素子は、主磁極11のみが実施例1の磁気再生素子と異なるものである。この主磁極11は、1層あたりの膜厚が約0.25 μm のFeTa₂N合金膜1aと膜厚が約0.05 μm のCu膜1bとを積層した多層膜を、約0.1 μm のCu薄膜1cで挟み込んで形成されている。そして、主磁極11の外部磁界の印加される先端部の形状が、磁気ディスクの狭いトラック幅とはほぼ同一の幅となるように先細形状に形成されている。

【0026】これにより、実施例1の磁気ヘッドの効果に加えて、狭いトラック幅の磁気ディスクに対しても隣接トラックの磁化による影響を受けることなく、確実に所望のトラックの磁化のみを検出することができる。また図示していないが、先端をさらに薄くして反磁界を下げてより感度をあげることもできる。

【0027】《実施例3》以下、本発明の実施例3の磁気再生素子の製造方法について図7乃至図10を参照し

つつ説明する。図7乃至図10の(a)は各膜の形成状態を示す平面図であり、(b)はそれぞれ(a)の断面図である。図7は第1の導体膜、図8は主磁極、図9は第2の導体膜、及び図10は電極端子膜のそれぞれの形成状態を示している。なお、図9の(c)は第1及び第2の導体膜と主磁極1との形成状態を示す側面図である。各図の(b)及び図9の(c)は主磁極1の積層状態を明瞭に示すように主磁極1の部分を拡大して示している。図7の(a)及び(b)において、アルミナ・チタンカーバイド(AlTiC)基板500a上に鏡面加工されたアルミナ膜500bが被着されている基体500の上に厚さ0.5 μ mのCu膜を高周波スパッタリング法等により形成する。その後、イオンミリング等により不要の部分を除去して所定の形状の第1の導体膜50を形成する。

【0028】図8の(a)及び(b)において、第1の導体膜50を形成した基体500上に、高周波スパッタリング法等によりFeTaN合金薄膜51aとCu薄膜51bを交互に形成し、所定の膜厚の金属磁性多層膜を形成する。その後、イオンミリング等により不要の部分を除去して主磁極51を形成する。なお、この主磁極51の最終表面はFeTaN合金薄膜51aで形成されている。図9の(a)及び(b)において、主磁極51を形成した基体500上に、前記第1の導体膜50と同様にCu薄膜を形成した後イオンミリングでパターン化して第2の導体膜54を形成する。これにより、図9の(c)に示すように、第2の導体膜54は、主磁極51の側面及び上面を覆うように形成され、主磁極51の各層51a、51bと電気的に接続される。なお、第2の導体膜54は、第1の導体膜50と合わせて、高周波電流に対する導体経路のインピーダンスが50オームになるように、それぞれの膜厚と膜幅が調整されている。

【0029】図10の(a)及び(b)において、第2の導体膜が形成された基体500の所定の第2の導体膜54上の所定の部分に、メッキ法等により厚いCu膜からなる電極端子膜55を形成する。その後、磁気再生素子の全体を絶縁及び平坦化するために、SiO₂等の酸化物薄膜56をスパッタリング法等により被着し、電極端子膜55の表面が露出するように平坦化処理される。さらに、磁気再生素子の磁気ディスクに対向して磁束を受け取る作用面である主面57側から主磁極51の端面が露出するように研磨加工が施される。

【0030】以上、本発明の実施例3の磁気再生素子の製造方法について説明したが、各層の成膜方法および材質は、上記に記載したものに限られるものではない。例えば、磁性薄膜としてCo系合金のアモルファス膜や、Ni系合金膜を用いることができる。成膜方法についても蒸着やスパッタあるいはメッキ等様々な成膜方法を用いることができる。基板の材質や酸化物薄膜の材質及び

製法も本実施例3に記載したものに限定されず、例えば基板には各種のセラミックや酸化物薄膜にはアルミナ膜等を用いることもできる。さらに、高周波での透磁率を高めるための多層化や異方性磁界の調整なども、必要に応じて行えばよいことはいうまでもない。

【0031】《実施例4》以下、本発明の実施例4の磁気再生装置について図7を参照しつつ説明する。図11は、本発明の実施例4の磁気再生装置の構成を示すブロック図である。図11において、本発明の磁気再生素子200は主磁極1の等価回路である、インピーダンス素子29と電極端子5、6で表した磁気再生素子200の電極端子5、6には、振幅一定の高周波電流を供給する高周波電源22と直流バイアス磁界用の直流電源30との直列接続体が接続されている。

【0032】また、電極端子5、6は、磁気ディスクの磁化の漏洩磁界7によって生じる主磁極1の等価回路であるインピーダンス素子29のインピーダンス値の変化に応じたAM波状の逆起電圧波形を検出し出力するAM検波器46の入力端に接続されている。AM検波器46の出力端は再生電圧を増幅する再生アンプ47の入力端に接続されている。再生アンプ47の出力端は、入力された再生電圧波形から例えば1や0で表現されるようなデジタル再生信号を取り出す復調回路48の入力端に接続されている。復調回路48の出力端から再生信号が出力される。

【0033】以下、実施例4の磁気再生装置の再生動作について説明する。磁気再生素子200には、その電極端子5、6に接続された高周波電源22と直流電源30とから直流電流に重畳された一定振幅の高周波電流(例えば、周波数が1200MHz)が供給されている。そして、磁気ディスクの磁化からの漏洩磁界7が主磁極1に印加されると、その漏洩磁界7によってインピーダンス素子29のインピーダンス値Zが変化する。その変化は、図4に示すように、適切な直流バイアス磁界Hbが印加されているため、磁気ディスクの磁化からの漏洩磁界Hsigの強度と方向に応じて逆起電圧が大きく変化する位置でインピーダンス値Zが変化する。

【0034】ここで、インピーダンス素子29には、一定振幅の高周波電流が流れているので、インピーダンス素子29の両端に接続されている電極端子5、6間に前記高周波電流とインピーダンス値Zとを乗じた値の逆起電圧が生じる。この逆起電圧の値は、インピーダンス素子29のインピーダンス値Zの変化に応じて変化する。前記逆起電圧はAM検波器46に入力されて、AM検波器46において図5に示したような放絡線状の信号電圧Vsigとして出力される。以上、説明したように、本実施例4の磁気再生装置によれば、簡単な構造の感度の高い磁束応答型の本発明の磁気再生素子を用いることにより、高密度記録された磁気ディスクとの相対速度の低速化に対応できる小型の磁気再生装置が提供できる。

【0035】

【発明の効果】以上実施例で詳しく説明したように、本発明は以下の効果を有する。すなわち、本発明の磁気再生素子は、従来のインダクティブ型の磁気ヘッドや従来のMR再生ヘッドよりも簡単な構造なので、その製造工程も単純化できるため高い製造歩留まりを確保でき量産性に優れている。

【0036】さらに、従来のMR再生ヘッドよりも再生感度が高い、高周波領域での磁極のインピーダンス変化である磁気インピーダンス効果を利用しているため、高い再生出力が得られより一層の高密度化がはかれる。さらに、従来のMR再生ヘッド同様に磁束応答型なので、この磁気再生素子を用いることにより磁気再生装置の小型化による磁気ディスクとの相対速度の低速度化にも対応できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1の磁気再生素子の斜視図。

【図2】本発明の実施例1の磁気再生素子の等価回路図。

【図3】本発明の実施例1の磁気再生素子の主磁極1のインピーダンスの各抵抗成分の周波数特性と磁界依存性を示したグラフで、(a)はReddyを示し、(b)はRindを示すグラフ。

【図4】本発明の実施例1の磁気再生素子の主磁極1の外部磁化が0 Oeと200 Oeの時のReddyとRindの差を示すグラフ。

【図5】本発明の実施例1の磁気再生素子の再生波形を示す図。

【図6】本発明の実施例2の磁気再生素子の斜視図。

【図7】本発明の実施例3の磁気再生素子の製造方法における各工程を説明する図で、(a)は第1の導体膜形成工程の平面図、(b)は(a)の断面図。

【図8】本発明の実施例3の磁気再生素子の製造方法における各工程を説明する図で、(a)は主磁極形成工程の平面図、(b)は(a)の断面図。

【図9】本発明の実施例3の磁気再生素子の製造方法に

おける各工程を説明する図で、(a)は第2の導体膜形成工程の平面図、(b)は(a)の断面図、(c)は(a)の側面図。

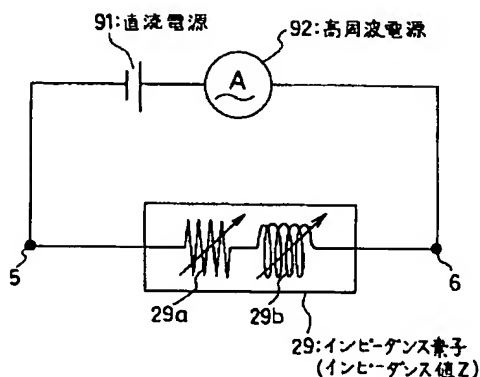
【図10】本発明の実施例3の磁気再生素子の製造方法における各工程を説明する図で、(a)は電極端子膜形成工程の平面図、(b)は(a)の断面図。

【図11】本発明の実施例4の磁気再生装置の構成を示すブロック図。

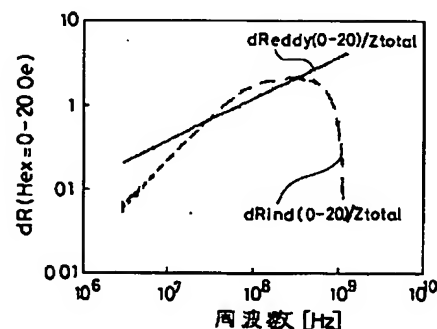
【符号の説明】

- 1、11 主磁極（金属磁性多層膜）
- 1a、11a FeTaN合金薄膜
- 1b、11b、1c Cu薄膜
- 3、4 導体膜
- 5、6 電極端子
- 7 漏洩磁界
- 29 インピーダンス素子（主磁極コアの等価回路）
- 29a 抵抗
- 29b インダクタンス素子
- 91 直流電源
- 92 高周波電源
- 46 検波器
- 47 再生アンプ
- 48 復調回路
- 50 第1の導体膜
- 51 金属磁性多層膜
- 51a FeTaN合金薄膜
- 51b Cu薄膜
- 54 第2の導体膜
- 55 電極端子
- 56 酸化物膜
- 57 主面
- 500 基体
- 500a AlTiC基板
- 500b アルミナ膜
- 200 本発明の磁気ヘッドの等価回路

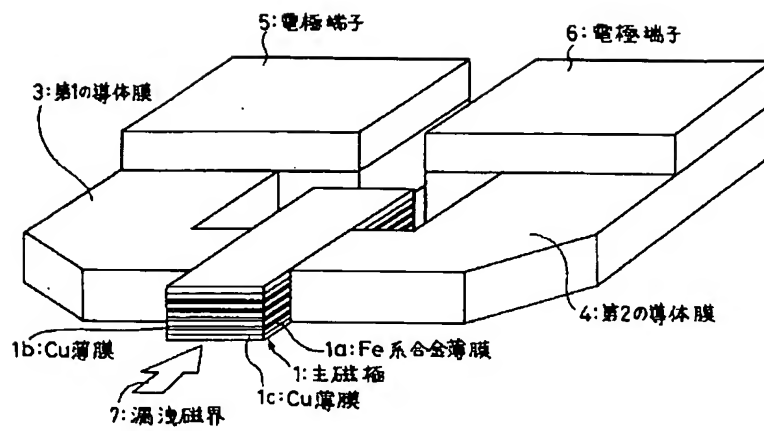
【図2】



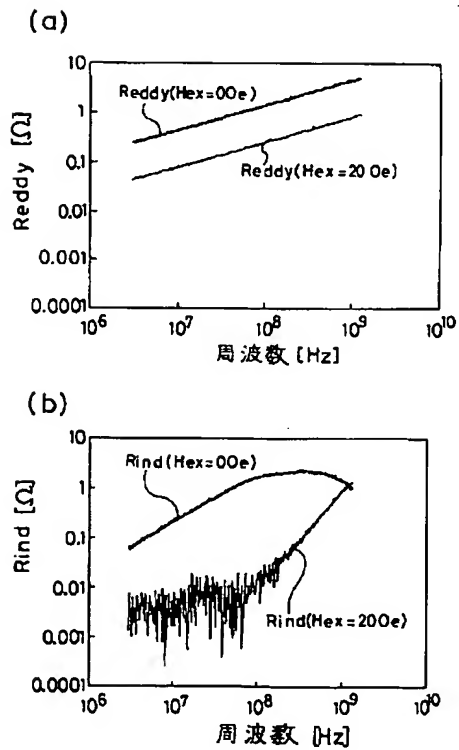
【図4】



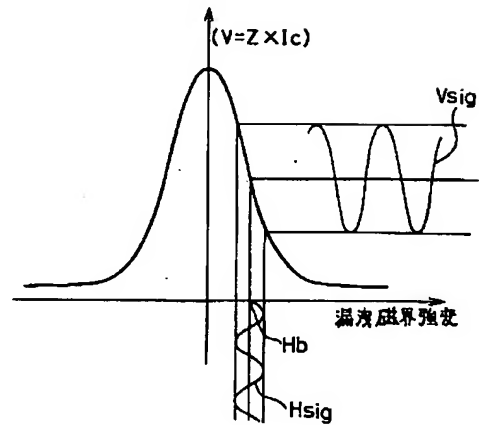
【図1】



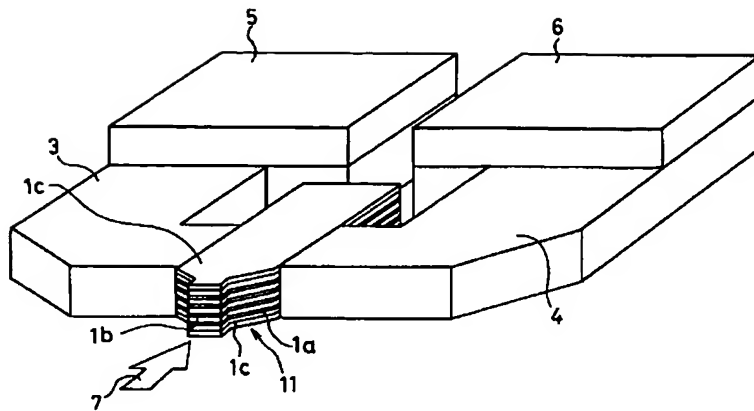
【図3】



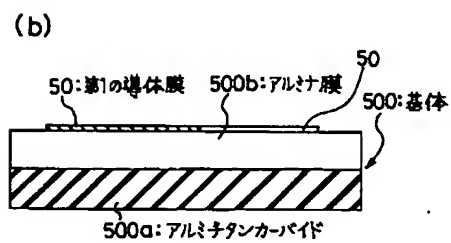
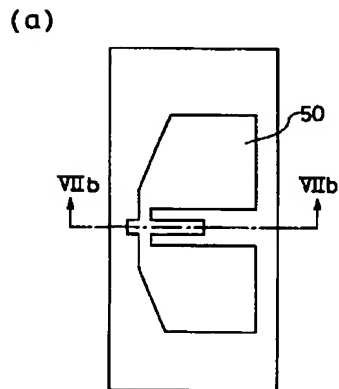
【図5】



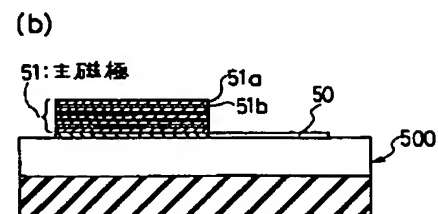
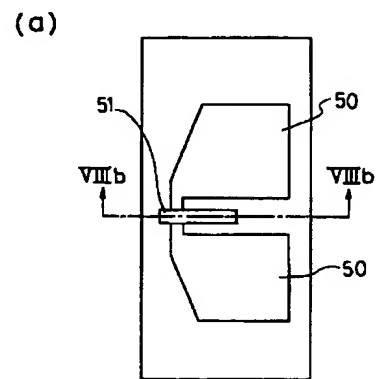
【図6】



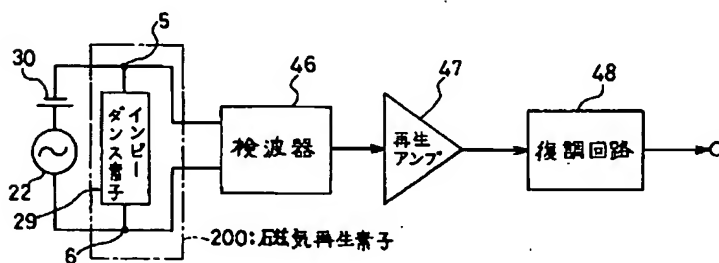
【図7】



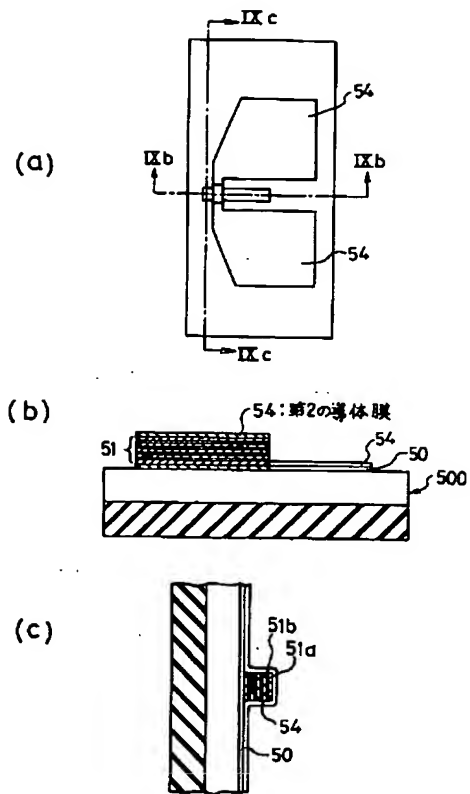
【図8】



【図11】



【図9】



【図10】

